

**Zur Frage von Korrelationen
zwischen Elektronystagmogramm
und Elektroencephalogramm**

von

Erich Lechner

aus Heidelberg

1969

1970 № 48

Aus der Klinik für Psychiatrie und Nervenheilkunde der
Universität Erlangen-Nürnberg
Direktor: Prof. Dr. H. H. Wieck

ZUR FRAGE VON KORRELATIONEN ZWISCHEN
ELEKTRONYSTAGMOGRAMM UND ELEKTROENCEPHALOGRAMM

Inaugural-Dissertation
zur
Erlangung der Doktorwürde
der
Hohen Medizinischen Fakultät
der
Friedrich-Alexander-Universität
Erlangen-Nürnberg

Vorgelegt von

Erich Lechner
aus Heidelberg

Gedruckt mit Erlaubnis der Medizinischen Fakultät
der Universität Erlangen-Nürnberg



Dekan: Professor Dr. H. Valentin
Referent: Privatdozent Dr. D. Soyka
Korreferent: Professor Dr. H. H. Wieck

Tag der mündlichen Prüfung: 10. Dezember 1969

INHALTSVERZEICHNIS

I	Der Einfluß der Formatio reticularis auf die Ausprägung des Elektroencephalogramms(EEG) und des Elektromyostagmogramms(ENG).	1
II	Fragestellung der vorliegenden Paralleluntersuchung von EEG und ENG.	3
III	Voraussetzungen für die Ableitung des EEG und ENG. Untersuchungsgang.	4
IV	Auswertungskriterien des ENG und Art der statistischen Auswertung.	6
V	Darstellung und Besprechung der Ergebnisse.	10
	1. Ergebnisse der Signifikanzberechnungen beim optokinetischen Nystagmus und beim POST I	11
	2. Zeichnerische Darstellung der wichtigsten Mittelwerte des ENG	16
	3. Allgemeinere Beobachtungen	18
	4. EEG und ENG bei einem eineiigen Zwillingspaar	18
VI	Kritische Anmerkungen und kurze Zusammenfassung.	19
VII	Anlage 1 - 5	22
VIII	Literaturverzeichnis	30



Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41546202_0127

ZUR FRAGE VON KORRELATIONEN ZWISCHEN ELEKTRONYSTAGMOGRAMM UND ELEKTROENCEPHALOGRAMM

I

Der Einfluß der *Formatio reticularis* auf die Ausprägung des Elektroencephalogramms(EEG) und des Elektronystagmogramms(ENG).

Hinsichtlich der Entstehung des EEG sei kurz auf die Darstellungen von A.E. Kornmüller(58) und R. Jung(51) eingegangen. Kornmüller denkt an eine humorale Steuerung der Erregbarkeit der Nervenzellen durch die neurosekretorische Tätigkeit der die Neuronen umgebenden Satelliten. Seiner Ansicht nach ist das EEG der bioelektrische Ausdruck der Tätigkeit dieser Satelliten.

Nach Jung beruhen die im EEG faßbaren Hirnrhythmen sowohl auf kreisenden Erregungen innerhalb von Neuronenketten als auch auf Feldwirkungen langsamer Erregungsvorgänge der Nervenzellen und der Dendriten.

Im Zusammenhang mit der Thematik dieser Arbeit ist der Einfluß der *Formatio reticularis* des Hirnstamms auf den Entladungsrhythmus der Hirnrinde und damit auf die EEG-Ausprägung bemerkenswert; denn dieses Gebiet spielt auch bei der Entstehung und Steuerung des Nystagmus eine wesentliche Rolle.

Die Vigilanzsteuerung seitens der *Formatio reticularis* dokumentiert sich im EEG entweder als Aktivierungseffekt ("Weckreaktion") mit dem Auftreten rascher, kleiner Wellen oder während des Schlafes mit einer zunehmenden Verlangsamung der Hirnrhythmen(64,65,71).

Anm.: Die in Klammern angegebenen Zahlen bezeichnen die Nummern im Literaturverzeichnis.

Die Leistung der Formatio reticularis bei der Nystagmusentstehung beruht nach C.R. Pfaltz(74) und D. Whitteridge(91) in der Steuerung der raschen Schlagphase.

B.E. Gernandt(37) stellt die anatomischen und physiologischen Grundlagen des Nystagmus sehr klar und kurz dar und sei deshalb zitiert(37, S. 558, Zeile 10-18): "The slow phase of the nystagmus is initiated from the labyrinth and has its center in the vestibular nuclei from which impulses are propagated, in part at least, through the medial longitudinal bundles to the eye muscles. The quick component is entirely central. Its neural mechanism must lie in the brain stem between and including nuclei, for nystagmus occurs after transections of the brain above and below these levels." In Zeile 26-29 fährt er fort: "There may be a double pathway from the vestibular nuclei to the nuclei of the ocular nerves - through the medial longitudinal bundle and through the reticular formation."

Jung(51) sieht im Nystagmus keinen reinen Reflex, sondern einen optisch-vestibulär angeregten, zentralen Rhythmus, der in der Formatio reticularis des Hirnstamms entsteht und dessen Entladungen durch kortikale Einflüsse gebahnt werden.

F. Duensing und K.P. Schäfer(26,27) stellten bei Tierversuchen zwei in der Formatio reticularis und im hinteren Längsbündel alternierend tätige Neuronengruppen fest, von denen die eine in der schnellen Schlagphase aktiv und in der langsamen Phase gehemmt ist, während die andere umgekehrt funktioniert. Zwischen dem ascendierenden retikulären System und den den Nystagmus steuernden Neuronengruppen besteht nach diesen Autoren eine Wechselwirkung: Die Neuronengruppen werden bei der "Weckreaktion" unterschwellig aktiviert oder zum Feuern gebracht. Dadurch wird der Nystagmus verstärkt oder aus der Latenz gehoben.

Auf die von A. Adams(1) dargestellten vielfältigen Strukturen

des optisch-vestibulären Systems wie die Kerngebiete des Vestibularorgans und der Augenmuskelnerven, das Corpus geniculatum laterale, die thalamo-retikulären Mittelhirn- und Hirnstammstrukturen, die Rindenfelder der vorderen und hinteren Konvexität und die Verbindungen der Sehregionen untereinander und mit sekundären Vestibularorganen kann hier nicht weiter eingegangen werden. Es seien nur einige dieser Strukturen erwähnt, um zu zeigen, wie komplex die Hirnbeteiligung bei Nystagmusäußerungen ist.

II

Fragestellung der vorliegenden Paralleluntersuchung von
EEG und ENG.

Die Bedeutung der Formatio reticularis für die Modulation des EEG und die Steuerung des Nystagmus läßt vermuten, daß zwischen den beiden Phänomenen Korrelationen bestehen könnten.

Es ist das Ziel dieser Arbeit, durch parallele Ableitungen des EEG und ENG an gesunden Menschen dieser Frage nachzugehen und etwaige Abhängigkeiten aufzudecken.

III

Voraussetzungen für die Ableitung des EEG und ENG.

Untersuchungsgang.

Die EEG- und ENG-Registrierungen wurden kurz hintereinander vorgenommen. Die Versuchspersonen, mit Ausnahme der Zwillinge Patienten der Universitäts-Nervenlinik Erlangen, wurden nach folgenden Gesichtspunkten ausgewählt:

1. Es durfte weder im EEG noch im ENG ein pathologischer Befund vorliegen.
2. Nach dem klinischen Bild mußte eine hirnorganische und vestibuläre Schädigung ausgeschlossen sein.
3. Für die Untersuchung wurden Personen im Alter von 18 bis 60 Jahren herangezogen, weil speziell in dieser Lebensperiode eine charakteristische typologische EEG-Differenzierung vorgenommen werden kann(16,44,51,58,59).
4. Die Versuchspersonen durften nicht unter Drogen- oder Genußmitteleinwirkung stehen(30,83,84,87). Soweit sich ein Medikamenteneinfluß nicht sicher ausschließen ließ, wurden die Meßwerte nicht für die Signifikanzberechnungen sondern nur für die graphischen Darstellungen verwendet.

Die EEG-Aufzeichnung erfolgte unipolar und bipolar bei Ruhe in einem abgedunkelten Raum. Die Augen der Versuchsperson waren dabei geschlossen. Im Verlauf der Ableitung wurde das EEG auch nach Aktivierung durch Öffnen der Augen und bei Hyperventilation registriert.

Die EEG-Auswertung wurde im EEG-Labor der Universitäts-Nervenlinik Erlangen vorgenommen, wobei die folgende Einteilung in EEG-Typen zugrunde gelegt wurde:

1. Alpha-Typ EEG
2. Beta-Typ EEG
3. flaches EEG
4. unregelmäßiges EEG

Diese einzelnen EEG-Typen kommen normalerweise verschieden häufig vor. Es findet sich vor allem das Alpha-Typ EEG (etwa 70%), während das reine Beta-Typ EEG erfahrungsgemäß selten (nur etwa 1%) auftritt; etwas häufiger sind das unregelmäßige EEG (etwa 15%) und das flache EEG (etwa 10%). Personen mit Beta-Typ EEG standen daher für die Untersuchungen nur in kleiner Zahl zur Verfügung.

Nach der Festlegung des EEG-Typs folgte jeweils die elektro-nystagmographische Untersuchung.

Zur Erzeugung eines Drehreizes an den Vestibularorganen diente ein elektrisch betriebener Drehstuhl mit elektrischer Beschleunigungsmessung, der auf eine unterschwellige Antriebsgeschwindigkeit eingestellt und ruckartig abgestoppt werden kann.

Die Ableitung der Retina-Cornea-Potentiale wurde über zwei an der linken und rechten Schläfe angebrachte Elektroden vorgenommen. Beim Geradeausblick liegt keine Spannung an den Elektroden. Bei einer Augenbewegung nach rechts überwiegt an der rechten Schläfe eine positive, an der linken Schläfe eine negative Spannung, beim Blick nach links sind die Verhältnisse umgekehrt. Die rhythmischen Augenbewegungen beim horizontalen Nystagmus wurden über einen Wechselspannungsverstärker mittels eines elektromechanischen Schreibgerätes in proportionale Ausschläge eines Papierdiagramms umgesetzt. Die schnelle Phase nach rechts entspricht einem steilen Ausschlag nach oben, die schnelle Phase nach links einem steilen Ausschlag nach unten.

Der Kopf der Versuchsperson war während des Ableitungsvorgangs in Mittelstellung fixiert; die Ableitung erfolgte in einem ruhigen, abgedunkelten Raum.

Im einzelnen wurde folgendermaßen vorgegangen:

Zur Prüfung des horizontalen optokinetischen Nystagmus wurde der Drehstuhl mit einer Winkelbeschleunigung von $1^{\circ}/\text{sec}^2$ in Bewegung gesetzt, bis er eine Drehgeschwindigkeit von

60°/sec erreichte. Bei dieser nunmehr gleichbleibenden Geschwindigkeit öffnete die Versuchsperson nach Aufforderung die Augen. Bis auf einzelne Lichtpunkte war der Raum völlig abgedunkelt.

Nachdem der optokinetische Nystagmus etwa 15 sec lang aufgezeichnet worden war, wurde der Drehstuhl mit 1°/sec² bis zu einer konstanten Endgeschwindigkeit von 90°/sec weiterbeschleunigt.

Die Augen der Versuchsperson waren jetzt geschlossen, und der Raum blieb im weiteren Untersuchungsgang völlig abgedunkelt.

Aus der gleichmäßigen Endgeschwindigkeit von 90°/sec wurde der Drehstuhl schließlich ruckartig abgestoppt, wodurch eine definierte Labyrinthregung provoziert wurde.

Nach der Aufzeichnung des postrotatorischen Nystagmus I und II (im folgenden kurz POST I und POST II genannt) und einer Ruhepause von insgesamt 6 Minuten erfolgte die Wiederholung des Untersuchungsganges in der Gegenrichtung.

In jedem Falle war die gesamte Registrierung innerhalb von zwei Stunden beendet.

IV

Auswertungskriterien des ENG und Art der statistischen Auswertung.

1. Auswertungskriterien:

Um eine möglichst umfassende Beurteilung des Nystagmus zu erreichen, wurden die ENG-Kurven nach verschiedenen Gesichtspunkten ausgemessen und zahlenmäßig dokumentiert.

Beim optokinetischen Nystagmus wurden die mittlere Frequenz über 5 Sekunden, die Differenz der größten und kleinsten

Amplitude innerhalb 5 Sekunden und die Differenz der größten und kleinsten Frequenz innerhalb 5 Sekunden gezählt und ausgemessen. Die letzten beiden Werte geben einen Anhalt für die Gleichmäßigkeit des Nystagmusablaufes.

Die Auswertung des POST I wurde folgendermaßen vorgenommen: Bestimmung der mittleren Frequenz der ersten 10 Sekunden, der Gesamtdauer des Nystagmus, der Schlagzahl, Gesamtamplitude und Winkelgeschwindigkeit, der Differenz der größten und kleinsten Amplitude innerhalb der ersten 10 Sekunden sowie der Differenz der größten und kleinsten Frequenz innerhalb der ersten 10 Sekunden.

Als weitere Kriterien wurden berücksichtigt:

Anzahl der ENG pro EEG-Typ mit Latenzzeiten über 0,2 Sekunden;

Anzahl der ENG, bei denen zwar die Latenzzeit nicht verlängert ist, bei denen aber erst nach einigen Sekunden Anlaufzeit der POST I deutlich und regelmäßig ausgeprägt ist;

Anzahl der ENG mit Gruppenbildungen (unter Gruppenbildungen wird hier eine vom Gesamtrhythmus deutlich abgehobene Ausprägung niederer und höherer Frequenzen oder Amplituden über jeweils einige Sekunden hinweg verstanden).

Bei der Auswertung des POST II wurde auf die folgenden Besonderheiten geachtet:

Dauer der Pause zwischen dem Ende des POST I und dem Beginn des POST II,

fließender Übergang des POST I in den POST II mit vorübergehender Überlagerung,

völliges Fehlen des POST II,

besonders starke Ausprägung des POST II.

Die Mittelwerte der Frequenzen, Frequenzdifferenzen, Amplitudendifferenzen, Nystagmusdauer, Schlagzahlen, Gesamtamplituden und Winkelgeschwindigkeiten wurden in Signifikanzberechnungen berücksichtigt.

2. Auswertung der erhaltenen Meßgrößen:

Unter der Annahme normalverteilter Grundgesamtheiten vergleichen wir die empirisch ermittelten Mittelwerte und Varianzen der bei 1. beschriebenen Meßgrößen von EEG-Typ zu EEG-Typ.

Der Mittelwert errechnet sich aus den bei (optokinetischer Nystagmus) bzw. nach (POST I) Links- und Rechtsdrehung summierten Einzelwerten.

A, B, C und D bedeuten der Reihenfolge nach: zum Alpha-Typ EEG, Beta-Typ EEG, flachen EEG und unregelmäßigen EEG gehörig.

Z.B. wurde der Mittelwert der Schlagzahlen des POST I zwischen A und B, A und C, A und D, B und C, B und D und zwischen C und D verglichen.

Wollen wir feststellen, ob zwei unabhängig voneinander gewonnene Stichproben vom Umfang n_1 und n_2 einer gemeinsamen Grundgesamtheit entstammen oder nicht, so sind zunächst ihre Varianzen auf Homogenität zu prüfen; d.h. wir untersuchen, ob beide Varianzen s_1^2 und s_2^2 noch innerhalb des Vertrauensbereiches der Varianz σ^2 der Grundgesamtheit liegen.

Wir bilden dazu die Prüfgröße $\hat{F} = \frac{s_1^2}{s_2^2}$ mit $df_1 = n_1 - 1$ und

$df_2 = n_2 - 1$ Freiheitsgraden.

Erreicht oder überschreitet die Schätzgröße $\hat{F}$ bei der geforderten statistischen Sicherheit den theoretischen F-Wert für die Freiheitsgrade df_1 und df_2 , dann gelten die Varianzen s_1^2 und s_2^2 als signifikant verschieden ($\sigma_1^2 \neq \sigma_2^2$), andernfalls darf angenommen werden, daß $\sigma_1^2 = \sigma_2^2$ (Heterogenität bzw. Homogenität der Varianzen).

- a) Für den Vergleich zweier Mittelwerte $\bar{x}_1$ und $\bar{x}_2$ ungleicher Stichprobenumfänge ($n_1 \neq n_2$) berechnen wir bei gegebener Gleichheit der Varianzen die Prüfgröße

$$\hat{t} = \frac{|\bar{x}_1 - \bar{x}_2|}{\sqrt{\frac{n_1 + n_2}{n_1 \cdot n_2} \frac{s_1^2 (n_1 - 1) + s_2^2 (n_2 - 1)}{n_1 + n_2 - 2}}}$$

mit $df = n_1 + n_2 - 2$ Freiheitsgraden.

Für $n_1 = n_2$ vereinfacht sich die Schätzgröße zu:

$$\hat{t} = \frac{|\bar{x}_1 - \bar{x}_2|}{\frac{s_1^2 + s_2^2}{n}}$$

mit $n = n_1 = n_2$ und $df = 2n - 2$ Freiheitsgraden.

- b) Bei heterogenen Varianzen und ungleichen Stichprobenumfängen ($n_1 \neq n_2$) berechnet sich unsere Prüfgröße zu

$$\hat{t} = \frac{|\bar{x}_1 - \bar{x}_2|}{\sqrt{\frac{s_1^2}{n_1} + \frac{s_2^2}{n_2}}}$$

Die Zahl der Freiheitsgrade ergibt sich angenähert zu

$$df \approx \frac{\left(\frac{s_1^2}{n_1} + \frac{s_2^2}{n_2}\right)^2}{\frac{\left(\frac{s_1^2}{n_1}\right)^2}{n_1 + 1} + \frac{\left(\frac{s_2^2}{n_2}\right)^2}{n_2 + 1}} - 2$$

Wenn $n_1 = n_2$, ergibt sich für t :

$$\hat{t} = \frac{|\bar{x}_1 - \bar{x}_2|}{\sqrt{\frac{s_1^2 + s_2^2}{n}}}$$

mit $n = n_1 = n_2$ und $df \approx n - 1$ Freiheitsgraden

Geprüft wird bei a) und b) die Nullhypothese ($\mu_1 = \mu_2$) auf Gleichheit der den beiden Stichproben zugrundeliegenden Mittelwerte der Grundgesamtheiten. Erreicht oder überschreitet die Prüfgröße $\hat{t}$ die Signifikanzschranke, so ist $\mu_1 \neq \mu_2$; andernfalls kann die Nullhypothese $\mu_1 = \mu_2$ nicht abgelehnt werden.

V

Darstellung und Besprechung der Ergebnisse.

Insgesamt wurden 62 EEG und ENG abgeleitet. Die EEG verteilen sich folgendermaßen auf die verschiedenen EEG-Typen: 26 Alpha-Typ EEG, 6 Beta-Typ EEG, 13 flache EEG und 17 unregelmäßige EEG.

Aus den oben dargelegten Gründen kamen für die Signifikanzberechnungen nur

23 ENG bei Alpha-Typ EEG, 5 ENG bei Beta-Typ EEG, 11 ENG bei flachem EEG und 13 ENG bei unregelmäßigem EEG in Betracht. Die übrigen ENG wurden für die graphischen Darstellungen und für die allgemeineren vergleichenden Betrachtungen (s.o.) herangezogen. Sie sind in den Anlagen 2 bis 5 mit - gekennzeichnet.

1. Ergebnisse der Signifikanzberechnungen beim optokinetischen Nystagmus und beim POST I.

In Frequenz, Frequenzdifferenz und Amplitudendifferenz des optokinetischen Nystagmus traten beim Vergleich von EEG-Typ zu EEG-Typ keine signifikanten Unterschiede auf; ebenso wenig bei der Winkelgeschwindigkeit, Frequenzdifferenz und Amplitudendifferenz des POST I. Die Einzelwerte dieser Meßgrößen sind in Anlage 2 bis 5 angegeben, auf eine weitere Darstellung wird verzichtet, da sie nicht aufschlußreich wäre.

In den folgenden Tabellen sind die Meßgrößen aufgezeichnet, bei denen sich im Vergleich A zu B, A zu C, A zu D, B zu C, B zu D und C zu D (siehe hierzu IV, 2.) signifikante t-Werte ergaben. Zur Feststellung des Signifikanzniveaus diente Tafel XVIII (t-Test) aus L. Sachs: Statistische Auswertungsmethoden, S. 360.

In den Tabellen bedeuten:

- m Mittelwert,
- n Anzahl der Messungen (nach Links- und Rechtsdrehung zusammenge-
sammengenommen),
- df Freiheitsgrade,
- s Streuung,
- t siehe IV, 2. ,
- + p 0,05 (auf der 5 %-Stufe signifikant bei zweiseitiger
Fragestellung,
- ++ p 0,01 (auf der 1 %-Stufe signifikant bei zweiseitiger
Fragestellung.

Statistische Auswertung des POST I.

a) Frequenzen

$m_A = 3,48043$	$m_A = 3,48043$	$m_A = 3,48043$
$m_B = 2,88000$	$m_C = 3,04090$	$m_D = 2,93846$
$n_A = 46$	$n_A = 46$	$n_A = 46$
$n_B = 10$	$n_C = 22$	$n_D = 26$
$df = 54$	$df = 66$	$df = 70$
$s_A = 1,18821$	$s_A = 1,18821$	$s_A = 1,18821$
$s_B = 0,61063$	$s_C = 0,46671$	$s_D = 0,85561$
$t = 1,54625$	$t = 1,66943$	$t = 2,04324 \quad +$

$m_B = 2,88000$	$m_B = 2,88000$	$m_C = 3,04090$
$m_C = 3,04090$	$m_D = 2,93846$	$m_D = 2,93846$
$n_B = 10$	$n_B = 10$	$n_C = 22$
$n_C = 22$	$n_D = 26$	$n_D = 26$
$df = 30$	$df = 34$	$df = 46$
$s_B = 0,61063$	$s_B = 0,61063$	$s_C = 0,46671$
$s_C = 0,46671$	$s_D = 0,85561$	$s_D = 0,85561$
$t = 0,82066$	$t = 0,19686$	$t = 0,50147$

Ergebnis: Der beobachtete t-Wert von 2,04324 ist für 70 Freiheitsgrade bei zweiseitiger Fragestellung auf der 5 %-Stufe signifikant.

b) Schlagzahlen

$m_A = 82,95652$	$m_A = 82,95652$	$m_A = 82,95652$
$m_B = 68,10000$	$m_C = 60,77272$	$m_D = 77,42307$
$n_A = 46$	$n_A = 46$	$n_A = 46$
$n_B = 10$	$n_C = 22$	$n_D = 26$
$df = 54$	$df = 66$	$df = 70$
$s_A = 30,94005$	$s_A = 30,94005$	$s_A = 30,94005$
$s_B = 17,66635$	$s_C = 17,01803$	$s_D = 33,95430$
$t = 1,46073$	$t = 3,13605 \quad ++$	$t = 0,70374$
$m_B = 68,10000$	$m_B = 68,10000$	$m_C = 60,77272$
$m_C = 60,77272$	$m_D = 77,42307$	$m_D = 77,42307$
$n_B = 10$	$n_B = 10$	$n_C = 22$
$n_C = 22$	$n_D = 26$	$n_D = 26$
$df = 30$	$df = 34$	$df = 46$
$s_B = 17,66635$	$s_B = 17,66635$	$s_C = 17,01803$
$s_C = 17,01803$	$s_D = 33,95430$	$s_D = 33,95430$
$t = 1,11602$	$t = 0,82144$	$t = 2,08667 \quad +$

Ergebnis: Der t-wert von 3,13605 ist für 66 Freiheitsgrade bei zweiseitiger Fragestellung auf der 1 %-Stufe, der t-Wert von 2,08667 für 46 Freiheitsgrade bei zweiseitiger Fragestellung auf der 5 %-Stufe signifikant.

c) Nystagmusdauer

$m_A = 42,58695$	$m_A = 42,58695$	$m_A = 42,58695$
$m_B = 36,00000$	$m_C = 34,68181$	$m_D = 42,00000$
$n_A = 46$	$n_A = 46$	$n_A = 46$
$n_B = 10$	$n_C = 22$	$n_D = 26$
$df = 54$	$df = 66$	$df = 70$
$s_A = 11,22415$	$s_A = 11,22415$	$s_A = 11,22415$
$s_B = 8,65383$	$s_C = 9,34723$	$s_D = 15,66397$
$t = 1,74192$	$t = 2,86033 \quad ++$	$t = 0,18424$

$m_B = 36,00000$	$m_B = 36,00000$	$m_C = 34,68181$
$m_C = 34,68181$	$m_D = 42,00000$	$m_D = 42,00000$
$n_B = 10$	$n_B = 10$	$n_C = 22$
$n_C = 22$	$n_D = 26$	$n_D = 26$
$df = 30$	$df = 34$	$df = 46$
$s_B = 8,65383$	$s_B = 8,65383$	$s_C = 9,34723$
$s_C = 9,34723$	$s_D = 15,66397$	$s_D = 15,66397$
$t = 0,37796$	$t = 1,13951$	$t = 1,91946$

Ergebnis: Der t-Wert von 2,86033 ist für 66 Freiheitsgrade bei zweiseitiger Fragestellung auf der 1 %-Stufe signifikant.

d) Gesamtamplituden

$m_A = 345,28260$	$m_A = 345,28260$	$m_A = 345,28260$
$m_B = 222,60000$	$m_C = 352,45454$	$m_D = 333,73076$
$n_A = 46$	$n_A = 46$	$n_A = 46$
$n_B = 10$	$n_C = 22$	$n_D = 26$
$df = 54$	$df = 66$	$df = 70$
$s_A = 200,75942$	$s_A = 200,75942$	$s_A = 200,75942$
$s_B = 81,90400$	$s_C = 126,72082$	$s_D = 370,76026$
$t = 1,88750$	$t = 0,15327$	$t = 0,17192$

$m_B = 222,60000$	$m_B = 222,60000$	$m_C = 352,45454$
$m_C = 352,45454$	$m_D = 333,73076$	$m_D = 333,73076$
$n_B = 10$	$n_B = 10$	$n_C = 22$
$n_C = 22$	$n_D = 26$	$n_D = 26$
$df = 30$	$df = 34$	$df = 46$
$s_B = 81,90400$	$s_B = 81,90400$	$s_C = 126,72082$
$s_C = 126,72082$	$s_D = 370,76026$	$s_D = 370,76026$
$t = 2,95760 \quad ++$	$t = 0,93125$	$t = 0,22567$

Ergebnis: Der t-Wert von 2,95760 ist für 30 Freiheitsgrade bei zweiseitiger Fragestellung auf der 1 %-Stufe signifikant.

2. Zeichnerische Darstellung der wichtigsten Mittelwerte des ENG
(Schema nach R. Jung, 51)

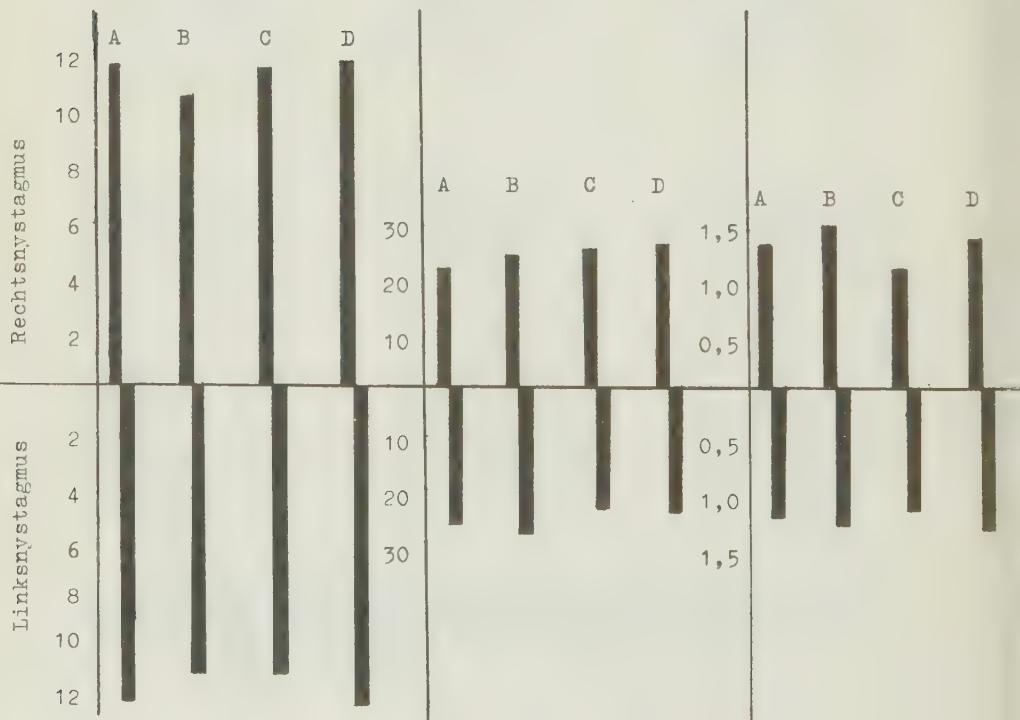
A = beim Alpha-Typ EEG
B = beim Beta-Typ EEG
C = beim flachen EEG
D = beim unregelmäßigen EEG

Optokinetischer Nystagmus

Schlagzahl
in 5 Sek.

Differenz der größten und
kleinsten Amplitude in
Grad

Differenz der größten
und kleinsten Frequenz



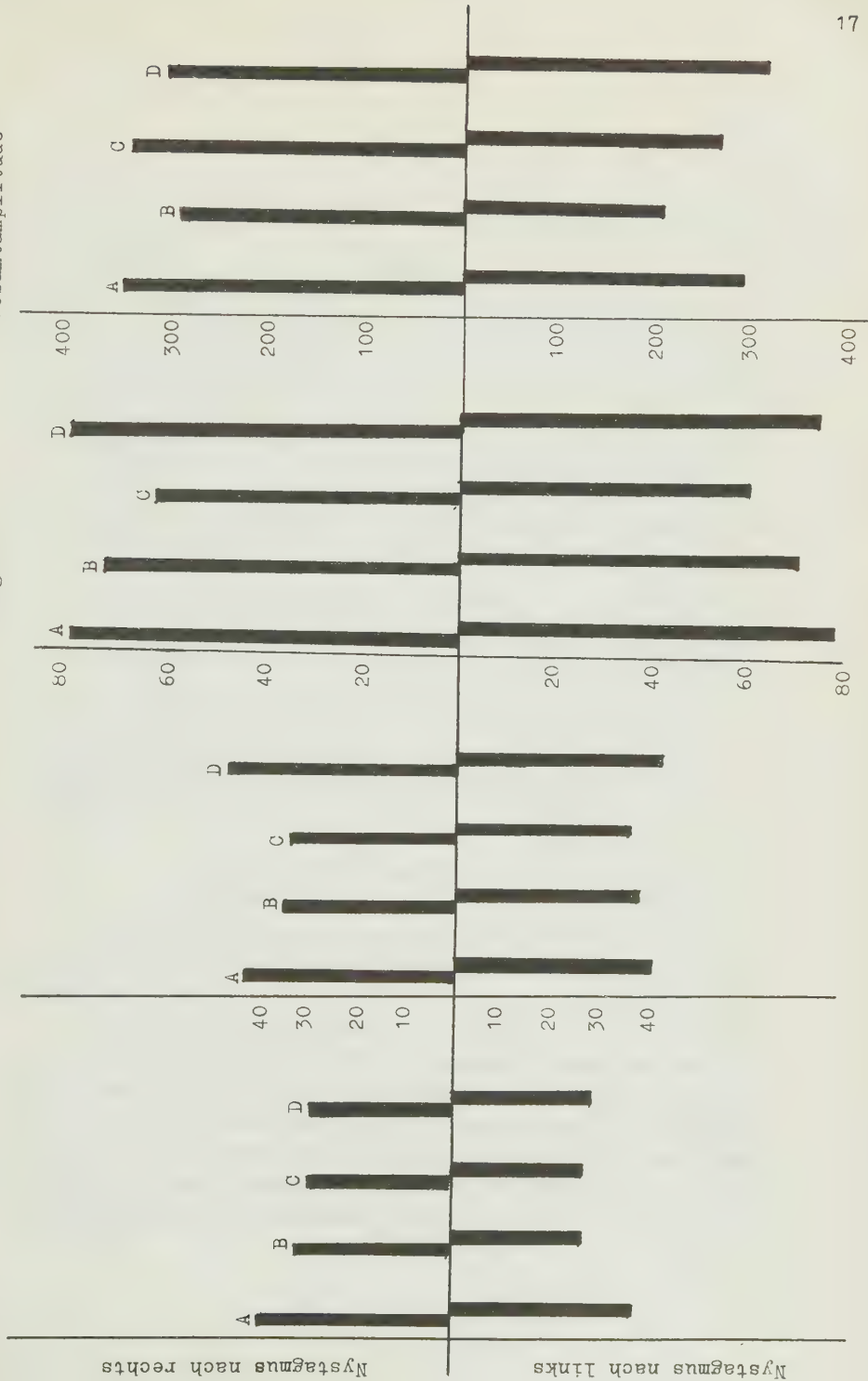
Postrotatorischer Nystagmus I

Frequenz

Dauer in Sek.

Schlagzahl

Gesamtamplitude



3. Allgemeinere Beobachtungen.

- a) Auffälligerweise ist, etwa im Gegensatz zu den Erwartungen, die man haben könnte, bei C der Mittelwert der Gesamtamplituden mit 352° am größten; die Mittelwerte der Gesamtamplituden bei A (345°) und D (334°) sind allerdings annähernd so groß. Die Gesamtamplitude bei B beträgt demgegenüber nur 223° , was jedoch bei nur 10 Messungen nicht viel aussagt; dem im Vergleich C mit B beobachteten signifikanten t-Wert (siehe entsprechende Tabelle bei 1.) ist deshalb auch nur geringe Bedeutung beizumessen.
- b) Bei D sind die Streubereiche der Schlagzahlen, Nystagmusedauer und Gesamtamplituden des POST I im Vergleich zu A, B und C größer.
- c) Dreimal bei A und zweimal bei D fand sich ein fließender Übergang zwischen dem POST I und dem POST II mit vorübergehender Überlagerung.
- d) Der POST II fehlte in keinem C-ENG; bei D fehlte er zweimal, bei A und B je einmal.
- e) Nach den übrigen bei IV, 1. aufgeführten Auswertungskriterien des POST I und POST II waren keine Unterschiede zwischen A, B, C und D festzustellen.

4. EEG und ENG bei einem eineiigen Zwillingspaar.

Diese ENG sind in Anlage 2 mit + gekennzeichnet.

Es handelt sich um 29jährige Zwillingsbrüder, deren Eineiigkeit mit großer Wahrscheinlichkeit feststeht (88): Blutgruppe O, Rh^{+} , gleiche Körpergröße (172 cm), gleicher Körperbau, übereinstimmende Begrenzung des Kopfhaares, gleiche Haarfarbe, gleiche Irisstruktur.

Im EEG war bei beiden der Grundrhythmus mit 10,5/sec Frequenz und mittlerer Amplitudenhöhe gut ausgeprägt.

Zwilling I zeigte eine etwas stärkere Amplitudenverlagerung nach den mittleren und vorderen Hirnabschnitten als Zwilling II; dies wurde als Zeichen einer beginnenden Ermüdung gewertet.

In beiden EEG war der Blockierungseffekt beim Öffnen der Augen positiv, und es bestanden keine Hyperventilationsveränderungen.

Das ENG stimmte beim optokinetischen Nystagmus mit einer Frequenz zwischen 2,2/sec und 2,4/sec, einer Amplitudendifferenz zwischen 20° und 35° und einer Frequenzdifferenz zwischen 0/sec und 1/sec bei Rechts- und Linksdrehung fast völlig überein.

Beim POST I trat bei Zwilling I im Rechtsnystagmus mit 100° Gesamtamplitude gegenüber 400° Gesamtamplitude bei Zwilling II eine deutliche Differenz auf; dies ist der einzige auffallende Unterschied zwischen den beiden ENG. Die übrigen Werte stimmten weitgehend überein.

Im POST I waren bei beiden ENG deutliche Gruppenbildungen mit Wechsel von höheren Amplituden über 2 - 3 Sekunden und niedrigeren Amplituden über 2 Sekunden festzustellen. Die EEG- und ENG-Beobachtungen bei diesem Zwillingsspaar sind deswegen bemerkenswert, weil sie analog der bereits bekannten erblichen Determinierung des EEG auch an entsprechende Grundlagen der zentralen Nystagmussteuerung denken lassen.

VI

Kritische Anmerkungen und kurze Zusammenfassung.

Verschiedene Einflüsse wie Wetterfähigkeit oder vegetative Tagesschwankungen, von denen bekannt ist, daß sie bei der Ausprägung von EEG und ENG eine Rolle spielen (4,25,40,47,56), waren bei der vorliegenden Untersuchung nicht auszuschalten. Daraus ergibt sich ein erster Ansatzpunkt zur Kritik an der hier vorgenommenen Untersuchung.

Bedenkt man ferner, daß eine Aufschlüsselung des EEG-Materials nach bestimmten EEG-Typen nur relativ grob schematisch erfolgen kann, daß sich manche EEG-Befunde einfach schwer einordnen lassen, daß häufig fließende Übergänge von dem einen zum anderen EEG-Typ bestehen und daß auch die Grenzen zum pathologischen Bereich unscharf sind, so folgt daraus, daß man den Ergebnissen vergleichender Studien wie der vorliegenden mit einer gewissen Vorsicht begegnen sollte.

Andererseits wird der Aussagewert der vorliegenden Untersuchung dadurch erhöht, daß die typologische Zuordnung der EEG-Kurven immer von derselben Person nach den gleichen Kriterien durchgeführt wurde, daß nur Probanden mit möglichst reinen EEG-Typen ausgesucht wurden und daß schließlich auch die ENG nach festgelegten Gesichtspunkten registriert, ausgewertet und dokumentiert wurden.

Als wesentliches Ergebnis der vergleichenden Untersuchung von EEG und ENG bei 62 Probanden lassen sich folgende Beziehungen herausstellen:

Im Vergleich des experimentell erzeugten postrotatorischen Nystagmus (POST I) bezüglich Schlagzahl und Nystagmusbauer vom Alpha-Typ EEG zum flachen EEG konnten für 66 Freiheitsgrade bei zweiseitiger Fragestellung auf der 1 %-Stufe signifikante t-Werte beobachtet werden.

Auf der 5 %-Stufe signifikante t-Werte traten im Vergleich des POST I bezüglich der Frequenz vom Alpha-Typ EEG zum unregelmäßigen EEG (70 Freiheitsgrade) und im Vergleich des POST I bezüglich der Schlagzahl vom flachen EEG zum unregelmäßigen EEG (46 Freiheitsgrade) auf.

Vom EEG ist bekannt, daß es im Erwachsenenalter - vergleichbare Bedingungen der Ableitung vorausgesetzt - über lange Zeit eine weitgehende Konstanz zeigt und geradezu ein persönliches, erbliches Merkmal des Menschen darstellt (40,41, 60,68,88). Kaum Erfahrungen liegen demgegenüber zu der Frage

vor, ob sich Menschen mit unterschiedlichem EEG-Typ auch sonst in bestimmten Leistungen des Zentralnervensystems unterscheiden. Eine vergleichende Untersuchung von EEG und ENG bot sich an, weil die *Formatio reticularis* des Hirnstammes nach den gegenwärtigen Kenntnissen sowohl bei der Modulation der kortikalen Hirnrhythmen (EEG) als auch bei der zentralen Nystagmussteuerung (ENG) eine maßgebliche Rolle spielt, also ein für diese beiden Leistungen des Nervensystems gemeinsames funktionelles Substrat darstellt.

Die Ergebnisse der vorliegenden Studie bieten nun tatsächlich einige statistisch signifikant untermauerte Hinweise darauf, daß sich Menschen mit unterschiedlichem EEG-Typ auch in einer anderen Leistung des Nervensystems, nämlich der zentralen Steuerung des vestibulär ausgelösten Nystagmus, von einander unterscheiden, wenn auch nicht so weitgehend, daß man berechtigt wäre, in Analogie zum EEG verschiedene physiologische ENG-"Typen" aufzustellen. Als ein Nebenergebnis der Arbeit ist festzuhalten, daß sich bei einem eineiigen Zwillingspaar EEG und ENG weitgehend entsprachen.

Aufschlüsselung der Meßergebnisse des ENG bei verschiedenem EEG-Typ in den Anlagen 2 - 5

- I
- Anlage 2 : ENG bei Alpha-Typ EEG
 - Anlage 3 : ENG bei Beta-Typ EEG
 - Anlage 4 : ENG bei flachem EEG
 - Anlage 5 : ENG bei unregelmäßigem EEG

- II Die Zahlen in der Vertikalen sind jeweils Meßwerte eines ENG entsprechend den Schlüsselnummern.

III Schlüsselnummer 1 - 4 : Optokinetischer Nystagmus bei Linksdrehung

- 1 = mittlere Frequenz über 5 Sekunden am Nystagmusbeginn
- 2 = mittlere Schlagzahl über 5 Sekunden am Nystagmusbeginn
- 3 = Differenz der größten und kleinsten Amplitude in den ersten 5 Sekunden
- 4 = Differenz der größten und kleinsten Frequenz in den ersten 5 Sekunden

Schlüsselnummer 5 - 8 : Optokinetischer Nystagmus bei Rechtsdrehung: Reihenfolge wie 1 - 4

IV

Schlüsselnummer 9 - 15 : POST I nach Stop aus der Linksdrehung

- 9 = mittlere Frequenz der ersten 10 Sekunden
- 10 = Nystagmisdauer
- 11 = Schlagzahl
- 12 = Gesamt-Amplitude
- 13 = Winkelgeschwindigkeit
- 14 = Differenz der größten und kleinsten Amplitude in den ersten 5 Sekunden
- 15 = Differenz der größten und kleinsten Frequenz in den ersten 5 Sekunden

Schlüsselnummer 16 - 22 : POST I nach Stop aus der Rechtsdrehung: Reihenfolge wie 9 - 15

V

- 23 = Anzahl der ENG mit Latenzzeiten über 0,2 Sekunden sowohl nach Links- als auch nach Rechtsdrehung
- 24 = Anzahl der ENG mit Gruppenbildungen sowohl nach Links- als auch nach Rechtsdrehung
- 25 = Anzahl der ENG mit einigen Sekunden Anlaufzeit nach Abstoppen bis zur deutlichen Ausprägung
des POST I sowohl nach Links- als auch nach Rechtsdrehung

VI

Schlüsselnummer 26 - 29 : POST II nach Stop aus Linksdrehung (jeweils Anzahl der ENG)

- 26 = POST II bis zu 3 Sekunden nach Ende des POST I rein ausgeprägt
- 27 = POST I und POST II im Wechsel
- 28 = Fehlen des POST II
- 29 = POST II deutlich ausgeprägt

Schlüsselnummer 30 - 33 : POST II nach Stop aus Rechtsdrehung: Reihenfolge wie 26 - 29

Die mit "-" gekennzeichneten ENG wurden nicht für Signifikanzberechnung, sondern nur für die zeichnerische Darstellung herangezogen.

Schlüssel-
nummer

1	3,2	2,4	2,4	2,2	3,0	2,0	3,0	2,0	2,4	3,0	2,6	1,4
2	16	12	12	11	15	10	15	10	12	15	13	7
3	22	20	15	15	17	20	13	28	14	19	22	12
4	1	1	32	3	2	2	1	2	1	2	1	1
5	2,4	2,4	1,9	2,8	2,8	2,4	2,4	2,0	1,8	2,6	2,8	1,6
6	12	12	9	14	14	12	12	10	9	13	14	8
7	14	20	40	17	29	18	22	29	6	28	13	17
8	1	1	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1
9	3,8	2,8	4,0	3,0	2,8	2,2	2,2	2,4	2,4	6,5	2,0	2,6
10	49	45	31	51	44	52	50	24	45	48	25	54
11	72	79	71	77	73	80	62	38	61	135	32	75
12	445	850	242	580	365	398	320	230	250	265	60	101
13	90	65	65	55	55	65	70	75	90	75	50	250
14	12	7	8	8	5	17	4	20	25	17	2	75
15	2	1	2	2	1	1	2	1	2	1	4	9
16	4,0	2,4	3,8	2,6	2,9	3,0	3,0	2,8	2,8	5,8	2,2	2,4
17	37	41	40	49	46	45	35	33	29	43	28	41
18	74	72	79	88	44	90	55	49	50	130	42	41
19	366	780	235	398	155	249	225	365	145	285	64	70
20	90	60	55	40	45	45	60	55	80	55	50	135
21	10	20	5	4	6	18	6	32	12	10	3	11
22	2	1	2	1	3	3	2	1	2	1	3	3

+ = Zwillingsspaar

Schlüssel-
nummer

1	3,2	2,2	2,0	2,0	2,0	3,8	2,2	2,2	2,2	2,2	3,2	2,2	2,2	2,2	2,2	2,6	2,2	2,6
2	16	11	10	10	10	19	11	11	11	11	16	11	11	11	11	13	11	13
3	14	22	35	26	26	32	20	35	35	21	16	21	21	21	21	16	28	16
4	2	2	1	2	2	2	0	1	1	1	0	1	1	1	2	1	1	1
5	2,4	2,8	1,8	2,0	2,0	2,6	2,2	2,4	2,4	2,8	2,8	2,2	2,2	2,2	3,2	2,2	1,8	3,0
6	12	14	9	10	10	13	11	12	12	14	11	11	11	11	16	11	9	15
7	28	20	28	25	25	44	25	23	23	11	11	20	20	20	18	23	31	13
8	2	2	1	2	2	1	0	1	1	1	1	1	1	1	2	2	1	0
9	3,8	3,6	2,8	1,8	1,8	3,8	5,6	4,8	4,8	6,0	6,0	2,8	2,8	2,8	3,4	2,8	2,8	3,0
10	38	48	76	26	26	75	34	47	47	45	45	41	41	41	33	29	24	26
11	106	87	350	44	44	135	84	137	137	178	178	76	76	76	73	40	40	48
12	355	310	70	55	55	750	100	400	285	285	50	655	655	655	355	190	94	90
13	75	50	70	40	40	60	70	110	110	50	50	110	110	110	70	75	55	60
14	16	10	14	0	0	15	9	11	11	4	4	19	19	19	6	9	9	3
15	0	2	1	4	4	1	3	3	3	0	0	2	2	2	1	1	1	1
16	4,0	3,8	2,4	2,2	2,2	3,2	5,4	5,1	5,1	6,0	6,0	3,0	3,0	3,0	4,0	3,0	2,8	3,6
17	42	45	50	28	28	51	43	37	37	41	41	57	57	57	30	36	31	29
18	111	105	61	55	55	76	126	100	100	133	133	84	84	84	65	59	41	60
19	312	390	275	70	70	420	296	328	328	290	290	565	565	565	225	145	92	120
20	80	55	60	55	55	80	70	100	100	50	50	100	100	100	60	80	45	55
21	6	15	15	2	2	11	15	12	12	4	4	23	23	23	7	7	8	3
22	3	2	2	3	3	1	2	3	3	0	0	3	3	3	2	1	1	1
23						4	von	26	26	ENG	ENG							
24						9	von	26	26	ENG	ENG							
25						3	von	26	26	ENG	ENG							
26						5	von	26	26	ENG	ENG							
27						12	von	26	26	ENG	ENG							
28						1	von	26	26	ENG	ENG							
29						15	von	26	26	ENG	ENG							
30						4	von	26	26	ENG	ENG							
31						15	von	26	26	ENG	ENG							
32						2	von	26	26	ENG	ENG							
33						15	von	26	26	ENG	ENG							

Schlüssel-
nummer

1	2,5	2,2	2,0	2,8	2,8	2,8	2,8	2,8	2,2	3,0	2,2	2,0	2,0	2,0	2,2	2,2
2	13	11	10	14	14	14	14	14	11	15	11	10	10	10	11	11
3	22	25	30	21	21	28	28	28	20	25	20	46	46	46	26	26
4	1	1	2	1	1	0	0	0	2	1	2	1	1	1	2	2
5	2,5	2,0	2,0	2,8	2,6	2,6	2,6	2,6	2,0	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4	2,2	2,2
6	13	10	10	14	13	13	13	13	10	12	12	12	12	12	11	11
7	18	20	28	19	23	13	13	13	35	20	18	20	20	27	44	44
8	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1
9	3,4	3,2	3,6	3,2	2,8	3,3	3,3	3,3	3,2	2,8	3,2	2,2	2,2	2,8	1,8	1,8
10	22	29	41	33	36	18	18	18	38	46	34	26	26	37	34	34
11	51	70	67	73	59	38	38	38	65	78	68	46	46	42	87	87
12	240	334	340	210	290	198	198	198	615	290	340	350	350	360	545	545
13	85	70	65	80	110	60	60	60	80	55	90	95	95	80	75	75
14	12	13	7	8	15	12	12	12	26	16	16	18	18	15	22	22
15	1	2	2	1	1	1	1	1	2	2	1	2	2	2	1	1
16	3,2	3,4	3,6	3,7	2,2	2,9	2,9	2,9	2,8	2,9	3,5	3,0	3,0	2,3	1,9	1,9
17	45	50	26	34	33	25	25	25	38	50	35	21	21	46	17	17
18	97	91	45	87	44	43	43	43	60	60	62	42	42	49	33	33
19	490	468	152	320	380	224	224	224	635	270	412	336	336	500	110	110
20	85	60	50	70	100	60	60	60	90	60	90	100	100	85	60	60
21	9	9	5	10	25	10	10	10	22	15	22	14	14	16	12	12
22	1	1	2	1	1	2	2	2	1	2	1	2	2	2	1	1
23					2	von	von	von	12	ENG	ENG					
24				2	von	von	von	von	12	ENG	ENG					
25				3	von	von	von	von	12	ENG	ENG					
26				6	von	von	von	von	12	ENG	ENG					
27				7	von	von	von	von	12	ENG	ENG					
28				0	von	von	von	von	12	ENG	ENG					
29				9	von	von	von	von	12	ENG	ENG					
30				2	von	von	von	von	12	ENG	ENG					
31				9	von	von	von	von	12	ENG	ENG					
32				0	von	von	von	von	12	ENG	ENG					
33				8	von	von	von	von	12	ENG	ENG					

Schlüssel-
nummer

1	2,8	2,4	3,8	2,4	2,8	1,8	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4	2,2
2	14	12	19	12	14	9	12	12	12	12	12	11
3	36	19	18	32	17	36	32	32	32	25	25	20
4	3	2	1	2	1	1	2	1	1	1	1	1
5	2,6	2,2	3,8	2,6	2,4	1,8	2,6	2,4	2,4	2,6	2,6	2,0
6	13	11	19	13	12	9	13	12	12	13	13	10
7	35	19	13	21	35	42	21	24	24	26	26	17
8	1	2	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2
9	3,6	1,8	1,8	3,4	3,2	3,0	2,5	2,5	2,5	2,8	2,8	4,2
10	45	36	27	58	60	36	59	59	59	44	44	31
11	120	76	39	88	139	58	91	91	91	82	82	87
12	130	170	55	250	615	185	950	950	950	220	220	110
13	80	35	45	55	80	65	75	75	75	55	55	70
14	20	7	3	11	18	13	9	9	9	5	5	1
15	4	1	3	4	1	2	1	1	1	2	2	3
16	4,2	2,5	1,8	2,9	3,6	3,2	2,2	2,2	2,2	2,4	2,4	4,0
17	42	29	32	39	59	49	59	59	59	31	31	30
18	115	55	52	52	125	82	111	111	111	75	75	76
19	145	115	86	130	504	275	1450	1450	1450	155	155	120
20	90	40	50	50	80	65	90	90	90	60	60	75
21	7	9	2	5	10	14	35	35	35	19	19	11
22	4	1	3	4	3	2	1	1	1	2	2	4

Schlüssel-
nummer

1	1,8	1,6	2,4	2,4	12,4	12,4	2,4	3,0	2,2	-	2,2	2,2
2	9	9	12	12	12	12	12	15	11	11	11	11
3	34	33	10	10	30	20	20	23	18	18	38	38
4	2	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2
5	2,2	1,6	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4	3,0	2,6	2,6	2,4	2,4
6	11	8	12	12	12	12	12	15	13	13	12	12
7	26	16	12	12	25	13	13	23	28	28	20	20
8	2	1	1	1	0	2	2	2	1	1	2	2
9	1,4	2,6	4,0	4,0	3,4	3,8	3,8	3,6	2,0	2,0	3,0	3,0
10	28	35	17	17	80	43	43	31	42	42	62	62
11	11	51	61	61	114	110	110	71	50	50	125	125
12	32	320	200	200	850	144	144	380	195	195	310	310
13	30	60	90	90	95	45	45	90	80	80	60	60
14	4	18	16	16	20	6	6	11	18	18	7	7
15	3	2	1	1	1	2	2	1	2	2	3	3
16	1,4	3,0	4,0	4,0	3,5	3,2	3,2	3,2	1,6	1,6	3,0	3,0
17	28	35	30	30	73	52	52	37	43	43	47	47
18	15	55	54	54	129	87	87	68	56	56	60	60
19	40	205	195	195	1170	162	162	340	160	160	170	170
20	35	60	95	95	100	50	50	90	70	70	60	60
21	10	14	15	15	24	4	4	10	18	18	7	7
22	2	2	1	1	1	2	2	3	3	3	3	3
23			2	2	von	17	17	ENG				
24			9	9	von	17	17	ENG				
25			6	6	von	17	17	ENG				
26			3	3	von	17	17	ENG				
27			12	12	von	17	17	ENG				
28			2	2	von	17	17	ENG				
29			7	7	von	17	17	ENG				
30			3	3	von	17	17	ENG				
31			10	10	von	17	17	ENG				
32			2	2	von	17	17	ENG				
33			7	7	von	17	17	ENG				

LITERATURVERZEICHNIS

- 1) Adams, A.: Struktur und Funktion des optisch vestibularen Systems. Fortschr. Neurol. Psych. 28, 205-236, Stuttgart(1960)
- 2) Albert, H.v.: Untersuchungen zur Habituation des postrotatorischen Nystagmus. Dtsch. Z. Nervenheilk. 187, 503-506, Berlin(1965)
- 3) Altenburger, H.: Elektrodiagnostik. Die Elektrizitätsproduktion im Organismus. I. Technik. In: Bumke-Foerster, Handb. d. Neurologie, Bd 3, 854-865, Berlin(1937)
- 4) Arndt, Th., H. Losse u. G. Hütwohl: Vegetative Tonuslage und Hirnstrombild. Medizinische 16, 622-627, Stuttgart(1956)
- 5) Arnold, G.E.: Nystagmographie. Confin. Neurol. 20, 226-232, Basel-New York(1960)
- 6) Arslan, M.: Über die Methodik der Vestibularisuntersuchungen mit einem Vorschlag zur Standardisierung. Fortschr. Hals-Nas.-Nervenheilk. 1, 148, Basel-New York(1953)
- 7) Aschan, G.: Nystagmography in Vestibular Work. Confin. Neurol. 20, 248-253, Basel-New York(1960)
- 8) Aschan, G., M. Bergstedt: The Genesis of Secondary Nystagmus Induced by Vestibular Stimuli. Acta Soc. Med. uppsalien. 60, 113-121, Uppsala(1955)
- 9) Aschan, G.: Oto-Neurologic and Electroencephalographic Findings in Encephalopathia Traumatica. Acta Soc. Med. uppsalien. 60, 123-130, Uppsala(1955)
- 10) Berger, H.: Über das Elektrencephalogramm des Menschen I. Arch. Psychiat. Nervenkr. 87, 527, Berlin(1929)
- 11) Berger, H.: Über das Elektrencephalogramm des Menschen VI. Arch. Psychiat. Nervenkr. 99, 555, Berlin(1935)

- 12) Berger, H.: Über das Elektrencephalogramm des Menschen X. Arch. Psychiat. Nervenkr. 103, 444, Berlin(1935)
- 13) Bergmann, F., J. Lachmann, M. Monnier: Central Nystagmus and its Relation to the Mechanism of the Vestibular Nystagmus. Confin. Neurol. 20, 215-218, Basel-New York(1960)
- 14) Bergmann, F., J. Lachmann: Central Nystagmus. Relationship between central and labyrinthine nystagmus. Amer. J. Physiol. 195, 267-270, Washington(1958)
- 15) Berney, J.: Les relations vestibulo-végétatives et leur rôle dans les citétoses. Confin. Neurol. 20, 219-225, Basel-New York(1960)
- 16) Bernhard, C.G., C.R. Skoglund: Alpha frequency and age. Skand. Arch. Physiolog. 82, 178-184, Stockholm(1939)
- 17) Bradley, J., J.N. Mc Clelland: Grundlegende statistische Begriffe. Bern(1966)
- 18) Caspers, H.: Die Entstehungsmechanismen des EEG. In: Klinische Elektroencephalographie. Hrsg. v. R. Janzen, 4-26, Berlin-Göttingen-Heidelberg(1961)
- 19) Collins, W.: Inverse caloric nystagmus obtained by unilateral stimulation of the cat. Nature 195, 808-809, London(1962)
- 20) Collins, W. et al.: Vestibular reactions in cat and man during and after angular acceleration. I. Responses from the lateral and the vertical canals to two stimulus durations. NAMI-1011, US Naval Aerospace Med. Inst. 1-19, (Jun 1967)
- 21) Collins, W.: Effects on vestibular habituation of interrupting nystagmic responses with opposing stimuli. J. Comp. Physiol. 64, 308-312, Philadelphia(1967)
- 22) Crosby, E.C.: Relations of brain centers to normal and abnormal eye movements in horizontal plane. J. Comp. Neurol. 99, 437-479, Philadelphia(1953)

- 23) Decher, H., S. Rauch: Physiologie und Pathophysiologie des Vestibularapparates. *Materia Medica Nordmark*, 314-328, Uetersen(1969)
- 24) Decher, H.: Vestibularis-Feindiagnostik mittels Nystagmographie. Heidelberg(1965)
- 25) Dorscheid, H.O.: Vegetative Dystonie und Vestibularisapparat. *Acta Neuroveg.* 10, 231-257, Wien(1955)
- 26) Duensing, F., K.F. Schäfer: Die Neuronenaktivität in der formatio reticularis des Rhombencephalons beim Nystagmus. *Arch. Psych. Z. Neur.* 196, 265-290, Berlin(1957)
- 27) Duensing, F., K.F. Schäfer: Die "locker gekoppelten" Neurone der formatio reticularis des Rhombencephalons beim vestibulären Nystagmus. *Arch. Psych. Z. Neur.* 196, 402-420, Berlin(1957)
- 28) Eyck, M. von: Essai d'appréciation du senil d'excitabilité vestibulaire par l'enregistrement electromyographique chez le Pigeon. *Confin. Neurol.* 20, 208-213, Basel-New York(1960)
- 29) Fenn, W.O., J.B. Hursh: Movements of the eyes, when lids are closed. *Amer. J. Physiol.* 118, 8, Washington(1937)
- 30) Flügel, F., D. Soyka: Über den Einfluß von Neuroleptica und Schlafmitteln auf das optisch-vestibuläre System. *Nervenarzt* 34, 506-508, Berlin-Göttingen-Heidelberg(1963)
- 31) Foerster, O., H. Altenburger: Elektrobiologische Vorgänge an der menschlichen Hirnrinde. *Dtsch. Z. Nervenheilk.* 135, 277, Berlin(1935)
- 32) Forster, G.: Postrotatory nystagmus during changes in posture of head. *Helv. physiol. pharmacol. Acta* 7, 382-402, Basel(1944)
- 33) French, J.D., M. Hernandez-Peon, K.B. Livingston: Projections from cortex to cephalic brain stem (reticular formation) in monkey. *J. Neurophysiol.* 18, 74-95, Springfield(1955)
- 34) French, J.D.: The Reticular Formation. *Neurophysiology*. In: *Handbook of Physiology*, vol II, 1281-1301, Washington(1960)

- 35) Frenzel, H.: Spontan- und Provokationsnystagmus als Krankheits-symptom. Berlin-Göttingen-Heidelberg(1955)
- 36) Frost, J.D.: EEG-Intracellular Potential Relationship in isolated cerebral cortex. *Electroenceph. clin. Neurophysiol.* 24, 434-443, Montreal(1968)
- 37) Gernandt, B.E.: Vestibular mechanisms. *Neurophysiology*. In: *Handbook of Physiology*, Vol I, 558-559, Washington(1959)
- 38) Gernandt, B.E.: Response of mammalian vestibular neurons to horizontal rotation and caloric stimulation. *J. Neurophysiol.* 12, 173-184, Springfield(1949)
- 39) Götze, W., F. Vogel, M. Wolter: Findet man im Hirnstrombild von Zwillingen besonders häufig pathologische Veränderungen? *Dtsch. Z. Nervenheilk.* 177, 374-377, Berlin(1958)
- 40) Gottschick, J.: Die Leistungen des Nervensystems. 271-294, Jena(1952)
- 41) Grey, W.: Intrinsic Rythmus of the Brain. *Neurophysiology*. In: *Handbook of Physiology*, vol I, 289-297, Washington(1959)
- 42) Guedry, F.: Vestibular reactions in cat and man during and after angular acceleration. II. Responses to lateral canal stimuli of various accelerations. *NAMI 1012, US Naval Aerospace Med. Inst.* 1-15, Washington(1967)
- 43) Guedry, F., W. Collins, A. Graybiel: Reduction of nystagmus and disorientation in human subjects. *Aerospace Med.* 33, 1356-1360, Washington(1962)
- 44) Hauser, H.: Electroencephalograms in the 65 and over. *Electroenceph. clin. Neurophysiol.* 23, 293-297, Montreal(1967)
- 45) Henriksson, N.G.: An electrical method for registration and analysis of the movements of the eyes in nystagmus. *Acta Otolaryng.* 45, 120, Stockholm(1955)
- 46) Ingram, W.S.: Central Autonomic Mechanisms. *Neurophysiology*. In: *Handbook of Physiology*, vol II, 957, Washington(1960)

- 47) Janzen, R., A.E. Kornmüller: Hirnbioelektrische Erscheinungen bei Änderungen der Bewußtseinslage. Dtsch. Z. Nervenheilk. 149, 74, Berlin(1939)
- 48) Jatho, K.: Methodik und Bewertung der Vestibularisdiagnostik. Materia Medica Nordmark, 465-473, Uetersen(1967)
- 49) Jonkees, L.B.W., A.J. Philipszoon: Electronystagmography. Acta Oto-Laryngologica, Suppl. 189, Stockholm(1964)
- 50) Jonkees, L.B.W., J.F.M. Maas, A.J. Philipszoon: Clinical Nystagmography. A Detailed Study of Electro-Nystagmography in 341 Patients with Vertigo. Pract. Oto-Rhino-Laryngol. 24, 63-93, Basel(1962)
- 51) Jung, R.: Neurophysiologische Untersuchungsmethoden. Handbuch der Inneren Medizin Bd V/1, 1216-1374, Berlin-Göttingen-Heidelberg(1953)
- 52) Jung, R., J.F. Tönnies: Die Registrierung und Auswertung des Drehnystagmus beim Menschen. Klin. Wschr. 26, 513-521, Berlin(1948)
- 53) Jung, R.: Die praktische Auswertung des Elektroencephalogramms in Neurologie und Psychiatrie. Ein Überblick über 12 Jahre EEG und klinik. Med. Klin. 45, 257-266 und 289-294, München(1950)
- 54) Karbowski, K.: Das Elektronystagmogramm bei Epilepsiekranken nach kalorischen Labyrinthstimulationen. Schweiz. Arch. Neurol. Psych. 99, 236-245, Zürich(1967)
- 55) Kleyn, A. de, C. Versteegh: Über verschiedene Formen von Ménières-Syndrom. Dtsch. Z. Nervenheilk. 132, 157, Berlin(1933)
- 56) Köhler, M., H. Sawade: Steile Entladungen ("krampfpotentiale") im Elektroencephalogramm bei "vegetativer Dystonie". Dtsch. Med. Wschr. 7, 302-307, Stuttgart(1968)
- 57) Koller, S.: Graphische Tafeln zur Beurteilung statistischer Zahlen. Dresden(1943)

- 58) Kornmüller, A.E.: Die Grundphänomene des EEG, ihre Analyse und ihre Bewertung. In: Klinische Physiologie, Bd I, 27-43, Stuttgart(1960)
- 59) Kugler, J.: Grundlagen der Elektroencephalographie. Stuttgart(1963)
- 60) Lennox, W.G., F.A. Gibbs, E.L. Gibbs: The brain wave pattern, an hereditary trait. Evidence from 74 normal pairs of twins. J. Hered. 36, 233-243, Washington(1945)
- 61) Lindsley, D.B.: Attention, Consciousness, Sleep and Wakefulness. Neurophysiology. In: Handbook of Physiology, vol III, 1553-1578, Washington(1960)
- 62) Livingston, R.B.: Ipsilaterale und kontralaterale Augenbewegungen nach elektrischer Reizung des frontalen oculomotorischen Gebietes des Affen. Arch. Psych. Z. Neurol. 185, 690-700, Berlin(1950)
- 63) Lorente de Nò, R.: Ausgewählte Kapitel aus der vergleichenden Physiologie des Labyrinths; die Augenmuskelreflexe beim Kaninchen und ihre Grundlagen. Ergebn. Physiol. 32, 73-242, Berlin(1931)
- 64) Magoun, H.W.: The Waking Brain. 105, Springfield(1958)
- 65) Magoun, H.W.: Caudal and cephalic influences of brain stem reticular formation. Physiologic. Rev. 30, 459, Springfield(1950)
- 66) Mahoney, J.L., W.L. Harlan, R.G. Bickford: Visual and other Factors Influencing Caloric Nystagmus in normal Subjects. Arch. Oto-laryngol. 66, 46, Chicago(1957)
- 67) Maruyama, N.: Some observations on the neuronal mechanism of opto-kinetic nystagmus. Acta Oto-laryngol., Suppl. 179, 7-17, Stockholm(1963)
- 68) Milojevic, B.: Elektronystagmography. Laryngoscope 75, 243-258, St. Louis(1965)

- 69) Miskolczy, F., G.E. Arnold: Electronystagmography of vestibular functions, problems of calibration. Amer. Otol. Rhino. Laryng. 68, 652, Washington(1959)
- 70) Morimoto, M.: On the secondary phase of nystagmus. Acta Otolaryngol., Suppl. 179, 32-41, Stockholm(1963)
- 71) Moruzzi, G., H.W. Magoun: Brain stem reticular formation and activation of EEG. Electroenceph. clin. Neurophysiol. 1, 445-473, Montreal(1949)
- 72) Murphee, H.B.: Neuropharmacological effects of substances other than ethanol in alcoholic beverages. Fed. Proc. 26, 1468-1473, Washington(1967)
- 73) Naito, T.: The effects of eye-closure upon nystagmus. Acta Oto-laryng. Suppl. 179, 72-85, Stockholm(1963)
- 74) Pfaltz, C.K.: Zur Differentialdiagnose des Spontannystagmus. Schweiz. Arch. Neurol. Psych. 96, 255-259, Zürich(1965)
- 75) Potthof, P.L., K. Pürckhauer, H.H. Kornhuber: Nystagmographie, Diagnose und Verlauf bei Brückenwinkeltumoren. Dtsch. Z. Nervenheilk. 187, 497-502, Berlin(1965)
- 76) Raney, E.T.: Brain potentials and lateral dominance in identical twins. J. exp. Psychol. 24, 21-39, Massachusetts(1939)
- 77) Reich, Th.: Idee und Praxis der medizinischen Statistik. Bern-Stuttgart(1964)
- 78) Sachs, L.: Statistische Auswertungsmethoden. Berlin-Heidelberg-New York(1968)
- 79) Schader, H.E.: Elektronystagmographische Untersuchungen zum Problem der zentralen Nystagmusbereitschaft bei Schädeltraumatikern. Nervenarzt 31, 320, Berlin(1960)
- 80) Schwab, R.S., R. Carter: Electroencephalography in relation to otology. Laryngoscope. 52, 757, St. Louis(1942)

- 81) Schwab, W., W. Ey: Das Hör- und Gleichgewichtsorgan beim Menschen unter akuter Alkoholeinwirkung. München med. Wochenschr. 97, 658-662, (Mai 1955)
- 82) Sokolovski, A.: Factors Influencing Nystagmus Due to Rotation in Normal Subjects. J. Laryng. and Otol. 77, 185-201, London(1963)
- 83) Soyka, D.: Über die Anwendung von Phenothiazinen in der Neurologie. Medizinische 10, 553-556, Stuttgart(1967)
- 84) Soyka, D.: Veränderungen am experimentellen Nystagmus unter der Einwirkung psychotroper Pharmaka. Fortschr. Med. 86, 372-374, Würzburg(1968)
- 85) Stahle, J.: Electro-Nystagmography in the Caloric and Rotatory Tests. A Clinical Study. Acta Oto-Laryngol. Suppl. 137, 78, Stockholm(1958)
- 86) Tönnies, J.F.: Die physikalischen Grundlagen des EEG. In: Klinische Elektroencephalographie. Hrsg. K. Janzen, 39, Berlin-Göttingen-Heidelberg(1961)
- 87) Toman, J.E.P., J.P. Davis: Effects of drugs upon electrical activity. J. Pharmacol. exp. Ther. 97, 425-492, Baltimore(1949)
- 88) Vogel, F.: Über die Erbllichkeit des normalen Elektroencephalogramms. Vergleichende Untersuchungen an ein- und zweieiigen Zwillingen. Stuttgart(1958)
- 89) Walter, K.: Über Vestibularisfunktion und Nystagmus. Münch. med. Wschr. 97, 653-657, München(1955)
- 90) Walter, W.G.: Normal rhythm - their development, distribution and significance. In: Electroencephalography, 203, London(1950)
- 91) Whitteridge, D.: Central Control of eye movements. Neurophysiology. In: Handbook of Physiology, vol II, 1089-1098, Washington(1960)

N a c h w o r t

Herrn Priv.-Doz. Dr. med. D. Soyka, Universitätsnervenklinik
Erlangen, danke ich sehr für die Überlassung des Themas und
die freundliche Unterstützung bei der Bearbeitung.

Lebenslauf

Am 28. September 1937 wurde ich als Sohn des Chirurgen Dr. med. Michael Lechner und dessen Ehefrau Maria, geb. Anneser, in Heidelberg geboren.

Nach vierjährigem Volksschul- und neunjährigem Gymnasiumsbesuch machte ich 1956 am Alten Gymnasium in Regensburg das Abitur.

Es schloß sich eine sechsjährige Dienstzeit bei der Bundeswehr an.

Im März 1963 schied ich freiwillig zum Medizinstudium aus. Nach Studien in München, Graz/Österreich und Erlangen legte ich am 3. Februar 1969 an der Universität Erlangen die ärztliche Prüfung ab.



Buchdruckerei Ludwig Müller Erlangen Fahrstraße 5